



**EVALUASI SISTEM DRAINASE GUNA PENANGANAN
BANJIR DI KELURAHAN SUMURPANGGANG KOTA
TEGAL**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Dalam Rangka

Memenuhi Penyelesaian Studi Jenjang S1

Program Studi Teknik Sipil

Oleh :

MOHAMMAD RIVALDI

NPM.6519500059

FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER

UNIVERSITAS PACASAKTI TEGAL

2024

LEMBAR PERSETUJUAN NASKAH SKRIPSI

Skripsi yang berjudul “ EVALUASI SISTEM DRAINASE GUNA PENANGANAN BANJIR DI KELURAHAN SUMURPANGGANG KOTA TEGAL ”

Nama Penulis : Mohammad Rivaldi
NPM : 6519500059

Telah disetujui oleh dosen pembimbing untuk dipertahankan dihadapan sidang dewan penguji skripsi Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Pancasakti Tegal.

Hari :
Tanggal :

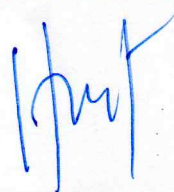
Dosen Pembimbing I



(Teguh Haris Santoso,ST.,MT)

NIPY. 2466451973

Dosen Pembimbing II



(Okky Hendra H.ST.,MT)

NIPY. 24461531983

HALAMAN PENGESAHAN

Telah dipertahankan dihadapan sidang Dewan Penguji Skripsi Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Pancasakti Tegal

Pada hari :

Tanggal :

Ketua Penguji :

Dr. Agus Wibowo., ST., MT

NIPY : 126518101972

Penguji Utama :

Nadya Shafira, ST., MT

NIPY : 30161841998

Penguji 1

Teguh Haris Santoso ST., MT

NIPY : 2466451973

Penguji 2

Okky Hendra H. ST., MT

NIPY : 24461531983

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer



Dr. Agus Wibowo, ST., MT.
NIPY. 126518101972

HALAMAN PERNYATAAN

Dalam penulisan skripsi ini saya tidak melakukan penjiplakan dengan. Dengan ini, saya menyatakan bahwa skripsi yang berjudul “EVALUASI SISTEM DRAINASE GUNA PENANGANAN BANJIR DI KELURAHAN SUMURPANGGANG KOTA TEGAL” ini dan seluruhnya isinya adalah benar – benar karya sendiri. Atau pengutipan dengan cara – cara yang tidak sesuai dengan etika yang berlaku dalam masyarakat keilmuan sebagaimana mestinya.

Demikian pernyataan ini untuk dijadikan sebagai pedoman bagi yang berkepentingan dan saya siap menanggung segala resiko dan sanksi yang diberikan kepada saya apabila dikemudian hari ditemukan adanya pelanggaran atas etika keilmuan dalam karya tulis ini, atau adanya klaim atas karya tulis ini.

Tegal, Januari 2024



Mohammad Rivaldi
NPM. 6519500059

MOTTO

“ Mulailah dengan Bismillah Selesaikan dengan hamdallah ”

(**Rasbi**)

“ Tujuan Pendidikan itu untuk mempertajam kecerdasan,memperkuat kemauan serta memperluas perasaan ”

(**Tan Malaka**)

“ Apapun yang dilakukan oleh seseorang itu,hendaknya dapat bermanfaat bagi dirinya sendiri,bermanfaat bagi bangsanya,dan bermanfaat bagi manusia di dunia pada umumnya ”

(**Ki Hadjar Dewantara**)

PERSEMBAHAN

1. Kepada keluarga Bani Rasbi yang selalu menjadi penyemangat saya sebagai sandaran terkuat dari kerasnya dunia. Yang tidak henti – hentinya memberikan kasih sayang dengan penuh cinta dan selalu memberikan motivasi. Trimakasih selalu berjuang untuk kehidupan saya, trimakasih untuk semuanya berkat doa dan dukungan bapak dan mamah saya bisa berada dititik ini. Sehat selalu ya dan hiduplah lebih lama lagi, harus selalu ada disetiap perjalanan dan pencapaian saya,
2. Teruntuk teman sejawat Teknik Sipil Angkatan 19 yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu. selalu memberikan dukungan, doa dan selalu memotivasi. TERimakasih banyak karena punya sahabat yang masih ngingetin dan kasih semangat buat mengerjakan skripsi ini
3. Saudara seperjuangan yang saya banggakan yaitu Musyafa,Reza,Azam,Gilang,Nande. Terimakasih atas segala bantuan, waktu, support dan kebaikan yang diberikan kepada saya disaat masa sulit mengerjakan skripsi ini.

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puja dan puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah membrikan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “ Evaluasi Sistem Drainase Guna Penanganan Banjir Di Kelurahan Sumurpanggung Kota Tegal”. Penyusunan ini dimaksudkan untuk memenuhi salah satu syarat dalam rangka menyelesaikan studi strata 1 Program Studi Teknik Sipil.

Dalam penyusunan ini tidak lepas dari bantuan dan bimbingan berbagai pihak. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dr. Agus Wibowo ST.,MT. selaku Dekan Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Pancasakti Tegal.
2. Bapak Okky Hendra H. ST.,MT. selaku Kaprodi Teknik Sipil.
3. Bapak Teguh Haris Santoso, ST.,MT. selaku Dosen Pembimbing I.
4. Bapak Okky Hendra H. ST.,MT. selaku Dosen Pembimbing II.
5. Segenap Dosen dan Staf Fakutas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Pancasakti Tegal.
6. Semua pihak yang telah membantu hingga skripsi ini selesai,semoga bantuan dan bimbingan yang telah diberikan mendapatkan balasan yang sesuai dari Tuhan Yang Maha Esa.

Penulis telah mencoba membuat skripsi semaksimal mungkin, namun bila ada kekurangan maupun kesalahan mohon maaf sebesar-besarnya serta penulis untuk itu memohon masukan untuk kebaikannya.Harapan penulis, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Amin

Tegal, Januari 2024

Penulis

ABSTRAK

Pertumbuhan penduduk yang meningkat tidak diimbangi dengan ketersediaan sarana dan prasarana terutama saluran drainase yang tidak beraturan dan sudah dinilai sudah rusak menyebabkan terjadinya banjir di lingkungan rt 02 dan rt 03 kelurahan sumurpanggung kota tegal, selain itu kesadaran warga terkait kesadaran membuang sampah pada tempatnya juga faktor penyebab terjadinya banjir selain keadaan saluran drainase tersebut penelitian ini menggunakan metode deskriptif yaitu menjelaskan kondisi yang sebenarnya dilapangan pada suatu keadaan yang menjadi objek studi.

Saluran drainase mengalami perubahan bentuk dan dimensi, perencanaan dimensi baru diperhitungkan dengan benar agar dapat menampung debit banjir yang adaperencanaan saluran drainase mengalami perubahan dimensi antara lain : saluran 1 b : 3m dan h 2,5 m saluran 2 b :80 cm dan h : 95 cm.solusi untuk penanganan banjir dengan cara pemeliharaan secara berkala saluran drainase supaya tidak adanya pendangkalan dan tumbuhnya semakbelukar yang dapat mengakibatkan saluran drainase mengalami perubahan dimensi dimana akan berkurangnya kinerja saluran dalam menangani banjir.

Kata kunci : Penduduk, Drainase, Banjir

ABSTRACT

The increasing population growth is not balanced by the availability of facilities and infrastructure, especially drainage channels that are irregular and have been assessed as damaged, causing flooding in the RT 02 and RT 03 sub-districts of Sumurpanggang, Tegal City. Apart from that, the awareness of residents regarding the awareness of throwing rubbish in its place is also a causal factor. the occurrence of flooding, apart from the condition of the drainage channels, this research uses a descriptive method, namely explaining the actual conditions in the field in a situation that is the object of study.

The drainage channel has changed its shape and dimensions, the new dimensional planning is calculated correctly so that it can accommodate the existing flood discharge. The drainage channel planning has undergone dimensional changes, including: channel 1 b: 2.6 m and h 2.1 m channel 2 b: 80 cm and h: 95 cm. solution for handling floods by regularly maintaining the drainage channels so that there is no silting and the growth of bushes which can cause the drainage channels to experience changes in dimensions which will reduce the performance of the channels in handling floods.

Keywords : Resident, Drainage, Flood

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
MOTTO	v
PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Batasan Masalah.....	5
C. Rumusan Masalah.....	5
D. Tujuan penelitian.....	6
E. Manfaat Penelitian.....	6
F. Sistematika Penulisan.....	6
BAB II LANDASAN TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA	8
A. Landasan Teori.....	8
1. Drainase.....	8
2. Sistem Drainase.....	8
3. Fungsi Drainase.....	9
4. Jenis-Jenis Drainase.....	9
5. Pola Jaringan Drainase.....	11
6. Permasalahan Drainase.....	14
7. Dasar-Dasar Kriteria Drainase.....	15
8. Analisis Hidrologi.....	18
9. Klasifikasi Aliran.....	25

10. Sistem Pengaliran Air.....	28
11. Bentuk Penampang Saluran.....	29
12. Kapasitas Saluran.....	31
13. Debit Hujan.....	32
14. Debit.....	32
B. Tinjauan Pustaka.....	34
BAB IV PEMBAHASAN.....	50
A. Hasil Penelitian.....	50
B. Pembahasan.....	66
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	79
A. Kesimpulan.....	79
B. Saran.....	80
DAFTAR PUSTAKA.....	x
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pola Jaringan Drainase Siku.....	11
Gambar 2.2 Pola Jaringan Drainase Paralel.....	12
Gambar 2.3 Pola Jaringan Drainase Grid Iron.....	12
Gambar 2.4 Pola Jaringan Drainase Alamiah.....	13
Gambar 2.5 Pola Jaringan Drainase Jaring-jaring.....	13
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian.....	43
Gambar 3.2 denah eksisting saluran drainase.....	45
Gambar 4.1 Grafik data kependudukan kelurahan sumurpanggang.....	52
Gambar 4.2 Peta Kelurahan Sumurpanggang.....	54
Gambar 4.3 Grafik massa ganda.....	56
Gambar 4.4 Lengkung Intensitas Hujan.....	65
Gambar 4.5 Site plan drainase RT 02 dan RT 03.....	68
Gambar 4.6 Gambar penampang drainase.....	76
Gambar 4.7 Gambar penampang drainase U ditch.....	78

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 standar desain saluran drainase.....	33
Tabel 3.1 Waktu Pelaksanaan.....	43
Tabel 3.2 Kondisi Saluran Drainase.....	45
Tabel 4.1 Data kependudukan kelurahan sumurpanggung.....	51
Tabel 4.2 Hujan bulanan maksimum.....	53
Tabel 4.3 Perhitungan tes konsentrasi sumurpanggung.....	55
Tabel 4.4 Data curah hujan maksimum.....	56
Tabel 4.5 Perhitungan besar statistik.....	57
Tabel 4.6 Persyaratan jenis distribusi.....	58
Tabel 4.7 Perhitungan dengan metode log person type III.....	59
Tabel 4.8 Perhitungan curah hujan dengan periode ulang T.....	61
Tabel 4.9 Data uji chi kuadrat.....	62
Tabel 4.10 Uji chi kuadrat.....	62
Tabel 4.11 Periode Ulang Terpilih.....	64
Tabel 4.12 Perhitungan intensitas hujan.....	65
Tabel 4.13 Debit limpasan.....	66
Tabel 4.14 Kondisi Saluran.....	70
Tabel 4.15 Kondisi Eksisting Drainase.....	70

LAMBANG DAN SINGKATAN

S_x = Standar Deviasi

X_i = Data curah hujan rata-rata (mm)

X_r = Rata-rata Curah Hujan Maksimum

n = Jumlah Data

Y_T = Reduced variated

X_t = Rencana Hujan Tahunan

X = nilai

$\text{Log } X$ = nilai logaritmis

R = Harga rata-rata

S = Simpanan baku

$\text{Log } X_i$ = nilai logaritmis dari jumlah data

X_T = curah hujan periode tertentu

K_T = Nilai K untuk Log Person III

X_r = rata-rata data

X_{Tr} = curah hujan periode tertentu

S_n = *reduced standard deviation*

Y_{Tr} = reduced variate

Y_n = *reduced mean*

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

XT = Besarnya curah hujan untuk periode ulang T tahun (mm)

S_n = Standar deviasi merupakan fungsi dari n tahun

Y_t = Variasi yang merupakan fungsi dari periode ulang

Y_n = Nilai yang tergantung dari n tahun

h = ketinggian

p = tekanan hidrostatik

ρ = rapat massa air

V = kecepatan aliran

g = gaya gravitasi

V = kecepatan aliran

Q = debit (m^3/dt)

A = luas penampang basah (m^2)

n = koefisien kekasaran Manning

R = jari-jari hidrolis (m)

S = kemiringan dasar saluran

C = koefisien pengaliran ($0 \leq C \leq 1$)s

I = intensitas hujan rerata selama waktu tiba banjir (mm/ jam)

BAB 1

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sistem drainase pada pemukiman penduduk sangat penting guna menjamin keselamatan dan kenyamanan penghuni pada pemukiman tersebut, karena tidak sedikit pemukiman yang mengalami banjir karena sistem drainase yang kurang baik. Drainase merupakan suatu sarana atau prasarana untuk mengalirkan air hujan dari satu titik ke titik yang lain. Selain itu saluran drainase didefinisikan secara umum yaitu suatu tindakan untuk mengatasi kelebihan air, baik dari air hujan, rembesan air maupun dari kelebihan air dari suatu tempat sehingga fungsi kawasan lahan tidak terganggu.

Menurut pengertian Dr. Ir Suripin, m.eng (2004), drainase mempunyai arti mengalirkan air, menguras air dan membuang air. Drainase berfungsi untuk mengurangi, membuang kelebihan air.

Drainase memiliki peran yang sangat penting dikawasan penduduk. Sistem drainase yang baik bisa memecahkan persoalan seperti banjir, mengendalikan permukaan air tanah. Sistem drainase dinilai baik apabila bisa terhubung antar satu dengan yang lainnya, yang bertujuan agar air mengalir dengan baik. Adapun secara konstruksi drainase dibagi menjadi dua jenis, yaitu saluran tertutup dan saluran terbuka. Saluran tertutup biasanya pada saluran untuk mengalirkan air kotor. Sementara saluran terbuka biasanya digunakan untuk meneruskan air hujan.

Banjir adalah suatu peristiwa bencana alam yang sering terjadi karena intensitas hujan yang tinggi yang didefinisikan luapan air hujan dalam jumlah yang besar dari tanah yang tinggi ke rendah yang tidak dapat ditampung oleh saluran drainase maupun sungai sehingga menyebabkan meluapnya air di daerah permukaan tanah yang lebih rendah. Banjir yang terjadi mengancam pada pemukiman penduduk yang tergenang air yang ketinggiannya bervariasi di setiap gangnya yang ketinggian airnya berkisar antara 30 – 70 cm. Wabah penyakit juga mengancam penduduk warga ketika banjir dari mulai penyakit ringan sampai sedang, banjir turut serta mengancam petani yang ada karena sawah yang ada mayoritas ditanami padi, padi akan mati jika air yang dipetak sawah terlalu banyak inilah yang menjadi permasalahan petani di RT 02 dan 03 yang belum teratasi sampai sekarang.

Hampir seluruh perkotaan di Indonesia mengalami masalah banjir, tak terkecuali di kota – kota yang sudah dikatakan maju di Indonesia, penyebab banjir dikarenakan adanya curah hujan tinggi, permukaan tanah yang lebih rendah dari laut, pemukiman baru yang ada di bantaran sungai, adanya sampah sehingga aliran air tidak lancar. Peristiwa banjir yang hampir setiap tahunnya terjadi, namun permasalahan sampai saat ini belum terselesaikan bahkan cenderung makin naik frekuensinya, semakin lebar luasannya, semakin dalam genangannya, serta semakin lama durasi banjirnya.

Banyak sistem drainase yang dibangun terlalu kecil dan pelayanan yang sudah berkurang untuk debit limpasan yang terus meningkat sehingga timbul permasalahan. Akar permasalahan banjir berawal dari peningkatan jumlah

penduduk yang tidak terkendali, perubahan iklim, serta tata guna lahan yang tidak teratur. Peningkatan jumlah penduduk yang tidak diimbangi dengan penyediaan sarana dan prasarana perkotaan yang tidak memadai mengakibatkan pemanfaatan lahan yang tidak teratur, itu menyebabkan permasalahan drainase menjadi sangat kompleks.

Iklim yang sering berubah-ubah juga mengakibatkan permasalahan banjir, hujan yang terlalu lama contohnya. Dalam mengatasi permasalahan ini perlu sistem drainase yang baik dengan didukung berbagai aspek yang terkait didalamnya.

Pertumbuhan penduduk di Rukun Tetangga (RT) 2 dan 3 pada Rukun Warga (RW) 1 desa Sumurpanggung Kecamatan Margadana Kota Tegal mengalami peningkatan yang signifikan dengan tidak diiringi dengan ketersediaan sarana dan prasarana yang tersedia serta tidak tepat penempatannya akan mempersulit masalah drainase dimana kurangnya daerah resapan hujan, karena adanya bangunan yang tidak semestinya dibangun yang mengakibatkan waktu tangkapan air jauh lebih pendek, sehingga akumulasi kapasitas air hujan yang terkumpul di saluran drainase melebihi batas. Tingkat kesadaran masyarakat yang masih rendah ketika terjadinya banjir di daerah perkotaan, masih belum adanya kesadaran terhadap hukum, peraturan perundang-undangan yang belum diketahui masyarakat menambah masalah yang kompleks yang dihadapi pada daerah perkotaan di Indonesia. Salah satu daerah yang sering terjadi banjir adalah kecamatan Sumurpanggung Kota Tegal tepatnya pada RT 02 dan RT 03, daerah ini sering terjadi banjir ketika musim

penghujan yang menjadi dampak dari intensitas hujan yang tinggi dari daerah setempat serta intensitas hujan yang terjadi pada Daerah Aliran Sungai.

Banjir pernah terjadi di kelurahan sumurpanggung dimana jangkauan banjirnya bisa dinilai setiap wilayah terkena dampak banjir tersebut. Di berita mengatakan bahwa banjir terjadi pada tahun 2023,2021,2018,2017. Dimana banjir paling parah pada tahun 2021 dimana berita ini sudah beredar di sosial media. Banjir sangat merugikan bagi pelaku usaha dimana aktifitas berhenti total sehingga kerugian bisa dikatakan cukup besar.

Sementara akar permasalahan banjir yang ada RT 02 dan 03 pada RW 1 Kelurahan Sumurpanggung Kecamatan Margadana yaitu sistem drainase yang sudah berkurang secara fungsinya. Dari hasil pengamatan saat terjadinya banjir yang ada RT 02 dan 03 pada RW 1 Kelurahan Sumurpanggung Kecamatan Margadana disebabkan karena adanya lumpur dan sampah yang menyumbat di saluran drainase sehingga jalannya air tidak optimal. Permasalahan kondisi saluran drainase yang belum ada maupun yang secara fisik dikatakan rusak menjadi penyebab terjadinya banjir dilokasi penelitian. Banjir sangat mengganggu akses lalu lintas dan aktifitas warga maka dari itu perl adanya evaluasi dan perencanaan sistem drainase baru ataupun perbaikan dari kapasitas drainase yang ada. Sistem drainase dibuat untuk menanggulangi banjir. Peneliti tertarik untuk mengatasi permasalahan tersebut dengan judul

“ Evaluasi Sistem Drainase Guna Penanganan Banjir Di Kelurahan Sumurpanggung Kota Tegal ”

B. Batasan Masalah

Untuk menghindari melebarnya permasalahan, maka perlu adanya batasan masalah terhadap masalah yang berhubungan dengan penelitian ini. Adapun batasan permasalahan yaitu :

1. Penelitian hanya pada RT 02 dan 03 tepatnya pada RW 01 Kelurahan Sumurpanggung Kota Tegal.
2. Hanya merencanakan dimensi saluran drainase.
3. Tidak merencanakan kekuatan struktur saluran drainase.
4. Tidak menghitung rencana anggaran biaya perencanaan saluran drainase.
5. Evaluasi terbatas pada kondisi daerah pengaliran, kapasitas drainase, kondisi eksisting dan kelayakan bangunan sistem drainase.
6. Data curah hujan dengan perhitungan curah hujan dengan kala ulang 5 tahun terakhir.

C. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan dapat diambil perumusan masalah dalam penelitian ini, yaitu :

1. Bagaimana kondisi sistem drainase di Kelurahan Sumurpanggung Kecamatan Margadana dalam mengatasi permasalahan yang ada pada saat banjir ?
2. Bagaimana desain drainase di Kelurahan Sumurpanggung Kecamatan Margadana dan memberikan solusi menghadapi permasalahan pada saat banjir ?

D. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu :

1. Mengetahui kondisi sistem drainase eksisting dan mengevaluasi kondisi saluran drainase.
2. Mendapatkan sistem drainase yang dapat memberikan solusi terhadap banjir jika terjadi hujan dengan intensitas hujan yang tinggi.

E. Manfaat penelitian

Adapun manfaat yang diperoleh dari penelitian ini yaitu :

1. Mengetahui data tentang permasalahan drainase serta merencanakan sistem drainase.
2. Diharapkan dapat membantu warga menganggulangi masalah banjir dengan adanya sistem drainase baru.
3. Menjadikan kawasan yang bebas banjir dengan sistem drainase yang baik.

F. Sistematika Penulisan

Untuk memudahkan pembahasan dalam penelitian ini, maka sistematika penulisan disusun dalam lima bab. Adapun sistematika penulisan adalah sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penelitian.

BAB II LANDASAN TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA

Dalam bab ini membahas teori – teori yang akan digunakan dalam menyelesaikan permasalahan yang ada dan tinjauan pustaka yang memuat tentang uraian landasan teori dari permasalahan yang mendukung dalam pendekatan pemecahan masalah serta sebagai referensi peneliti.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi tentang metode penelitian, waktu dan tempat penelitian, metode pengumpulan data, metode analisis data, dan diagram alur penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan membahas hasil dan pembahasan. Pada bab ini menjelaskan apa yang ada pada rumusan masalah dengan menggunakan data yang ada.

BAB V PENUTUP

Bab terakhir penulisan skripsi yang memuat kesimpulan dan saran. Bab ini menyimpulkan hasil penelitian dan memberikan rekomendasi berupa saran yang perlu diterapkan.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB II

LANDASAN TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA

A. LANDASAN TEORI

1. Drainase

Drainase yang berasal dari bahasa Inggris *drainage* mempunyai arti mengalirkan, menguras, membuang, atau mengalihkan air. Drainase secara umum didefinisikan sebagai suatu upaya tindakan teknis untuk mengurangi volume air yang berlebih air, baik yang berasal dari air hujan, rembesan, maupun kelebihan air irigasi dari suatu kawasan/lahan, sehingga fungsi kawasan/lahan tidak terganggu. Drainase dapat juga diartikan sebagai upaya untuk mengontrol kualitas air tanah dalam kaitannya dengan salinitas. Jadi, drainase tidak hanya menyangkut air permukaan tapi juga air tanah (Suripin, 2004).

2. Sistem Drainase

Sistem drainase adalah rangkaian kegiatan yang membentuk upaya pengaliran air, baik air permukaan (*limpasan/run off*), maupun air tanah (*underground water*) dari suatu daerah atau kawasan. Sistem drainase merupakan bagian penting pada suatu kawasan perumahan. Suatu kawasan perumahan yang tertata dengan baik haruslah juga diikuti dengan penataan sistem drainase yang berfungsi untuk mengurangi atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan sehingga tidak menimbulkan

genangan air yang dapat mengganggu aktivitas masyarakat dan bahkan dapat menimbulkan kerugian sosial ekonomi terutama yang menyangkut aspek-aspek kesehatan lingkungan permukiman. (Fairizi, 2015a)

3. Fungsi Drainase

Drainase memiliki banyak fungsi, diantaranya (Moduto, dalam jurnal Ainal Muttaqin 2011):

- 1) Mengeringkan daerah becek dan genangan air.
- 2) Mengendalikan akumulasi limpasan air hujan yang berlebihan.
- 3) Mengendalikan erosi, kerusakan jalan, dan kerusakan infrastruktur.
- 4) Mengelola kualitas air.

4. Jenis – Jenis Drainase

a. Menurut Sejarah Terbentuknya

1.) Drainase alamiah (*Natural Drainage*)

Drainase yang terbentuk secara alami dan tidak terdapat bangunan-bangunan penunjang, saluran ini terbentuk oleh gerusan air yang bergerak karena gravitasi yang lambat laun membentuk jalan air yang permanen seperti sungai. Daerah-daerah dengan drainase alamiah yang relatif bagus akan membutuhkan perlindungan yang lebih sedikit daripada daerah-daerah rendah yang tertindak sebagai kolam penampung bagi aliran dari daerah anak-anak sungai yang luas.(Fairizi, 2015a)

2.) Drainase Buatan (Artificial Drainage)

Drainase yang dibuat dengan maksud dan tujuan tertentu sehingga memerlukan bangunan-bangunan khusus seperti selokan pasangan batu, gorong-gorong, dan pipa-pipa. (Fairizi, 2015a)

b. Menurut letak saluran

1. Drainase Permukaan Tanah (*Surface Drainage*) Saluran drainase yang berada di atas permukaan tanah yang berfungsi untuk mengalirkan air limpasan permukaan. Analisis alirannya merupakan analisis open channel flow (aliran saluran terbuka).

2) Drainase Bawah Permukaan Tanah (*Subsurface Drainage*) Saluran drainase yang bertujuan untuk mengalirkan air limpasan permukaan melalui media di bawah permukaan tanah (pipa-pipa) dikarenakan alasan- alasan tertentu. Ini karena alasan tuntutan artistik, tuntutan fungsi permukaan tanah yang tidak membolehkan adanya saluran dipermukaan tanah seperti lapangan sepak bola, lapangan terbang, dan taman. (Fairizi, 2015a)

c. Menurut konstruksi

1.) Saluran terbuka

Saluran yang lebih cocok untuk drainase air hujan yang terletak di daerah yang mempunyai luasan yang cukup, ataupun untuk drainase air non-hujan yang tidak membahayakan kesehatan atau mengganggu lingkungan.

2.) Saluran tertutup

Saluran yang pada umumnya sering di pakai untuk aliran air kotor (air yang mengganggu kesehatan atau lingkungan) atau untuk saluran yang terletak di tengah kota. (Fairizi, 2015a)

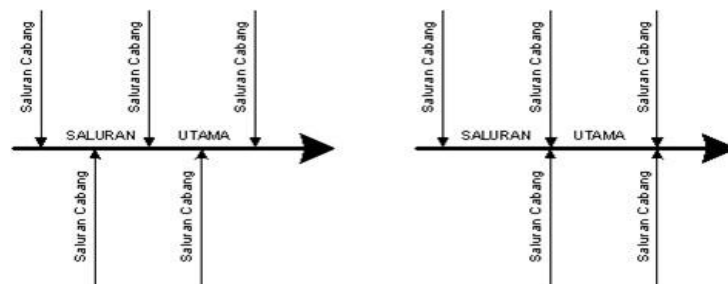
d. Menurut fungsi

1. Single purpose Saluran drainase berfungsi mengalirkan satu jenis air buangan, misalnya air hujan saja atau jenis air buangan yang lain seperti limbah domestik, air limbah industri dan lain-lain.
2. Multi purpose Saluran drainase yang berfungsi mengalirkan beberapa jenis air buangan baik secara bercampur maupun bergantian.(Jannah et al., 2021)

5. Pola Jaringan Drainase

a. Jaringan Pola Siku

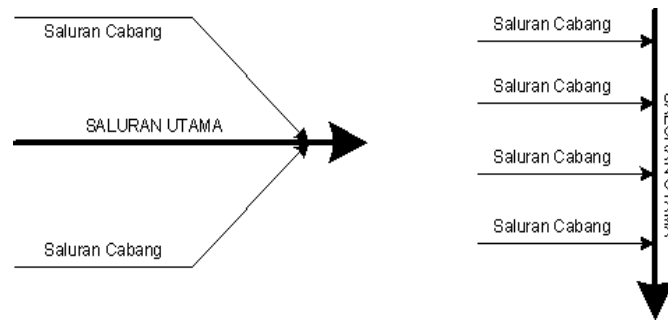
Dibuat pada daerah yang mempunyai topografi sedikit lebih tinggi dari pada sungai. Sungai sebagai saluran pembuang akhir berada ditengah kota.



Gambar 2.1 Pola Jaringan Drainase Siku
(Sumber: Drainase Perkotaan Gunadarma, 1997)

b. Jaringan Pola Paralel

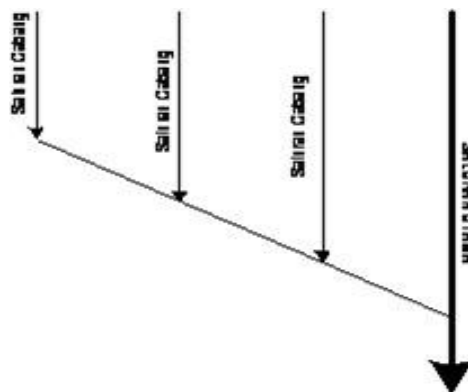
Saluran utama terletak sejajar dengan saluran cabang. Dengan saluran cabang (sekunder) yang cukup banyak dan pendek-pendek, apabila terjadi perkembangan kota, saluran-saluran akan dapat menyesuaikan diri.



Gambar 2.2 Pola Jaringan Drainase Paralel
(Sumber: *Drainase Perkotaan Gunadarma, 1997*)

c. Jaringan Pola Grid Iron

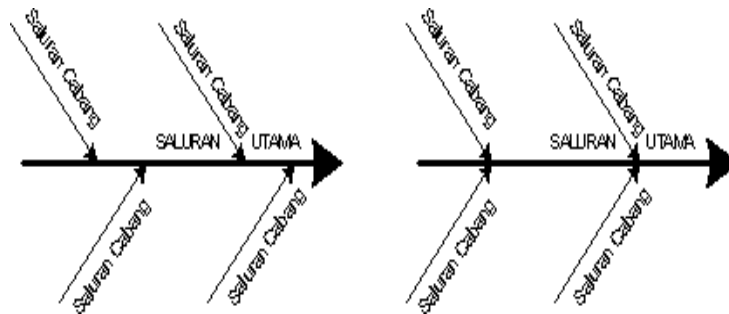
Untuk daerah dimana sungainya terletak dipinggir kota, sehingga saluran-saluran cabang dikumpulkan dulu pada saluran pengumpul.



Gambar 2.3 Pola Jaringan Drainase Grid Iron
(Sumber: *Drainase Perkotaan Gunadarma, 1997*)

d. Jaringan Drainase Ilmiah

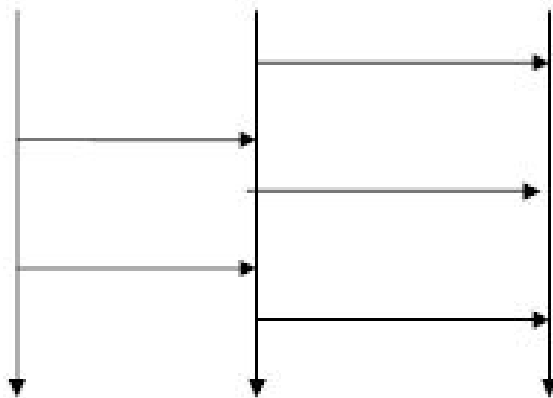
Sama seperti pola siku, hanya beban sungai pada pola alamiah lebih besar.



Gambar 2.4 Pola Jaringan Drainase Alamiah
(Sumber: *Drainase Perkotaan Gunadarma, 1997*)

e. Jaringan Drainase Jaring

Mempunyai saluran-saluran pembuang yang mengikuti arah jalanraya.
Dan cocok untuk daerah dengan topografi datar.



Gambar 2.5 Pola Jaringan Drainase Jaring-jaring
(Sumber: *Drainase Perkotaan Gunadarma, 1997*)

6. Permasalahan Drainase

Banjir merupakan peristiwa bencana yang sering terjadi di wilayah Indonsia. Banjir adalah suatu fenomena alam yang memiliki hubungan dengan jumlah kerusakan dari sisi kehidupan dan material.

Permasalahan yang timbul akibat terjadinya banjir akan mempengaruhi kelancaran lalu lintas aktifitas masyarakat, serta menimbulkan kerusakan pada jalan akibat genangan air yang terjadi pada kurun waktu tertentu. Permasalahan banjir menjadi persoalan yang harus mendapatkan perhatian dari segenap komponen masyarakat, sehingga permasalahan tersebut tidak menjadi dilema yang berkepanjangan. Berdasarkan beberapa analisis dari persoalan banjir pada umumnya, banjir diakibatkan oleh ketidakmapuan sistem drainase mengalirkan air pada saluran yang ada sehingga menimbulkan titik genangan pada jalan raya.(Putri & Astiti, 2021)

Timbulnya endapan dan tumpukan sampah pada saluran drainase akan mengakibatkan tingginya tingkat kompleksitas pada saluran drainase yang ada, sehingga kesadaran dan kedisiplinan segenap komponen masyarakat maupun pemerintahan sangat diperlukan (Syapawi,2014). Peran edukasi, penyuluhan serta pembersihan rutin untuk saluran drainase menjadi salah satu alternatif untuk mengurangi tingkat kompleksitas yang ada, sehingga segenap komponen masyarakat juga menyadari akan pentingnya merawat suatu fasilitas penunjang yang telah disediakan.

Drainase memiliki fungsi yang sangat berkaitan erat dengan penanganan luapan air dimana fungsi dari drainase yaitu untuk mencegah atau meminimalisir terjadinya genangan yang dapat mengganggu kegiatan transportasi, menampung, membagi dan mengalirkan air hujan menuju saluran pembuangan akhir, mencegah aliran air masuk ke dalam perkerasan jalan, dan memperindah estetika dalam suatu kota. Keberhasilan suatu fungsi drainase ditentukan oleh pemilihan dimensi yang tepat, kemudahan, keamanan dan sisi ekonomis dari drainase tersebut (Syapawi,2013).

7. Dasar - Dasar Kriteria Perencanaan Drainase

Dalam merencanakan dan membangun drainase berwawasan lingkungan perlu merujuk pada beberapa hal teknis antara lain di bawah ini :

- a. Prioritas wilayah layanan Untuk menentukan prioritas wilayah layanan perlu diperhatikan hal-hal sebagai berikut :
 - 1) Tingkat gangguan kawasan genangan air/ banjir terhadap aktifitas utama permukiman atau kota, untuk itu diperlukan data luas, lama, dalam dan frekuensi kejadian genangan/banjir.
 - 2) Rencana tapak kawasan/permukiman dengan dilengkapi dengan peta rencana, peta geografi, tata guna lahan, peta geohidrologi, peta geologi, peta jaringan sarana dan prasarana, data curah hujan, sistem sungai yang ada dan lain-lain.

b. Skala pelayanan drainase Skala

pelayanan drainase berwawasan lingkungan dipengaruhi oleh antara lain elevasi muka tanah terhadap muka air badan penerima, permeabilitas tanah dan muka air tanah, tujuan atau sasaran penerapan drainase, partisipasi masyarakat dan detail engineering design (DED).

Skala pelayanan drainase berwawasan lingkungan terdiri atas :

1) Layanan skala individual (rumah tangga atau lahan pekarangan), berfungsi untuk resapan, tampungan, manfaat air hujan. Layanan skala individual memenuhi ketentuan :

(a). Curah hujan harian rata-rata

(b). Bidang tadah adalah luas atap bangunan

(c). Untuk atap, koefisien pengaliran (C) diambil diantara (0,75 – 0,95)

(d). Sarana yang diterapkan antara lain :

(1) Sumur resapan air hujan (SRAH) dibuat sesuai dengan ketentuan dalam SNI 03-2453-2002.

(2) Penampung air hujan (PAH) dibuat sesuai ketentuan teknis.

(3) Subreservoir air hujan dibuat sesuai modul SR5 – SR10.

(4) Swale, bioretension, bioditch, biopori dan lain-lain dibuat sesuai dengan ketentuan teknis berlaku.

2) Layanan skala kawasan (perumahan, industri, perkantoran, RTH dan sebagainya), guna menerapkan subsistem TRMA dan sistem saluran

atau sungai serta sistem pengendali banjir (polder). Layanan skala kawasan memenuhi ketentuan :

- (a). Luas wilayah layanan < 10 hektar dilengkapi dengan subreservoir air hujan, kolam retensi dan sumur resapan.
 - (b). Bila luas wilayah layanan ≥ 10 hektar diperlukan sarana penampung air hujan, seperti kolam retensi, kolam detensi, sub-reservoir air hujan dan sumur resapan. Khusus daerah pantai dan pasang surut dilengkapi dengan polder.
 - (c). Subreservoir, kolam retensi, kolam detensi dan sumur resapan dapat ditempatkan dalam kawasan RTH.
 - (d). Topografi (peta topografi), morfologi dan elevasi kawasan
 - (e). Kemiringan dan profil hidrolis sistem saluran dan tampungan
 - (1) Bidang tadah (catchment area) berdasarkan peta layanan (peta wilayah kota dan peta tata guna lahan)
 - (2) Geohidrologi (peta geohidrologi Direktorat Geologi Tata Lingkungan) atau pengukuran muka air tanah pada sumur-sumur terdekat.
 - (3) Permeabilitas tanah ≥ 2 m/jam, sesuai ketentuan SNI 03-2453-2002.
- (3) Kombinasi layanan individual dan kawasan. Layanan drainase kombinasi skala individual dan skala kawasan terpadu harus memenuhi ketentuan :

- (a). Layanan individual dan komunal saling terintegrasi dengan jaringan saluran.
- (b). Lokasi layanan digambarkan dalam peta jaringan drainase skala 1 : 5000.

8. Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi merupakan langkah yang paling penting untuk merencanakan drainase. Analisis ini perlu untuk dapat menentukan besarnya aliran permukaan ataupun pembuangan yang harus ditampung. Data hidrologi mencakup antara lain luas daerah drainase, besar, dan frekuensi dari intensitas hujan rencana. Ukuran dari daerah tangkapan air akan mempengaruhi aliran permukaan sedangkan daerah aliran dapat ditentukan dari peta topografi atau foto udara. (Fairizi, 2015b)

a. Analisis Hujan

Data hujan yang diperoleh dari alat penakar hujan merupakan hujan yang terjadi hanya pada satu tempat atau titik saja (point rainfall). Mengingat hujan sangat bervariasi terhadap tempat (space), maka untuk kawasan yang luas, satu alat penakar hujan belum dapat menggambarkan wilayah hujan tersebut. Dalam hal ini diperlukan hujan kawasan yang diperoleh dari harga rata-rata curah hujan beberapa stasiun penakar hujan yang ada di dalam atau di sekitar kawasan tersebut (Suripin, 2004). (Fairizi, 2015a)

Analisis curah hujan sangat diperlukan dalam menentukan curah hujan dalam periode T tahun. Analisis frekuensi curah hujan yaitu proses dari analisis hujan atau debit berdasarkan sifat statistik suatu data ada sehingga mendapatkan nilai probabilitas besaran hujan dimasa mendatang . Perhitungan dari frekuensi curah hujan dapat dihitung dengan menggunakan Distribusi Gumbel :

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

$$X_T = \bar{x} + \frac{S_x}{S_n} (Y_T - Y_N)$$

Keterangan :

S_x = Standar Deviasi

X_i = Data curah hujan rata-rata (mm)

X_r = Rata-rata Curah Hujan Maksimum

n = Jumlah Data

Y_T = Reduced variated

Y_N = Reduced mean (rata-rata dikurangi)

S_n = Reduced standart deviation

X_t = Rencana Hujan Tahunan.(Jannah et al., 2021)

b. Curah Hujan Maksimum Harian rata-rata

Curah hujan maksimum harian rata-rata dipergunakan untuk menentukan besarnya intensitas hujan yang digunakan sebagai prediksi timbulnya aliran permukaan wilayah. Curah hujan yang digunakan

dalam analisis adalah curah hujan harian maksimum rata-rata dalam satu tahun yang telah dihitung. Perhitungan data hujan maksimum harian rata-rata harus dilakukan secara benar untuk analisis frekuensi data hujan.

c. Analisis Frekuensi dan Probabilitas

Sistem hidrologi sering dipengaruhi oleh peristiwa-peristiwa yang luar biasa (ekstrim), seperti hujan lebat, banjir dan kekeringan. Besarnya peristiwa berbanding terbalik dengan frekuensi besarnya kejadiannya, peristiwa yang luar biasa ekstrim kejadiannya sangat langka. Tujuan analisis frekuensi data hidrologi adalah berkaitan dengan besaran peristiwa-peristiwa ekstrim yang berkaitan dengan frekuensi kejadiannya melalui penerapan distribusi kemungkinan. Data hidrologi yang dianalisis diasumsikan tidak bergantung (*independent*) dan terdistribusi secara acak serta bersifat stokastik.

Analisis frekuensi diperlukan seri data hujan yang diperoleh dari pos pengukuran hujan, baik manual maupun otomatis. Analisis frekuensi berpedoman pada sifat statistik data kejadian yang telah lalu untuk memperoleh probabilitas besaran hujan pada masa yang akan datang. Dengan anggapan bahwa sifat statistik kejadian hujan yang akan datang masih sama dengan sifat statistik kejadian hujan masa lalu. Ada dua macam seri data yang digunakan dalam analisis frekuensi, yaitu :

a). Data maksimum tahunan

Data tiap tahun diambil hanya satu besaran maksimum yang berpengaruh pada analisis berikutnya. Seri data seperti ini dikenal dengan seri data maksimum. Jumlah data dalam seri akan sama dengan panjang data yang tersedia. Dalam hal ini, besaran data maksimum kedua dalam suatu tahun yang mungkin lebih besar dari besaran data maksimum dalam tahun yang lain tidak diperhitungkan pengaruhnya.

b). Seri parsial

Data seri dapat diputuskan suatu besaran tertentu sebagai batas bawah, berikutnya semua besaran data yang lebih besar dari batas bawah tersebut diambil dan dijadikan bagian seri data untuk kemudian dianalisis seperti biasa. Pengambilan batas bawah dapat dilakukan dengan sistem peringkat, di mana semua besaran data yang cukup besar diambil, kemudian diurutkan dari besar ke kecil. Data yang diambil untuk analisis selanjutnya adalah sesuai dengan panjang data dan diambil dari besaran data yang paling besar. Dalam hal ini memungkinkan dalam satu tahun data yang diambil lebih dari satu data, sementara tahun yang lain tidak ada data yang diambil.

Dalam analisis frekuensi, hasil yang diperoleh tergantung pada kualitas dan panjang data. Makin pendek data yang tersedia, makin besar penyimpangan yang terjadi. Dalam ilmu statistik dikenal beberapa macam distribusi frekuensi dan empat jenis distribusi yang banyak

digunakan dalam bidang hidrologi adalah :

- i. Distribusi Normal, Umumnya rumus tersebut tidak digunakan secara langsung karena telah dibuat table untuk keperluan perhitungan.
- ii. Distribusi Log Normal, jika variabel acak $Y = \log x$ terdistribusi secara normal, maka X dikatakan distribusi Log Normal.
- iii. Distribusi Log-Person III, ada tiga parameter penting dalam Log-Person III, yaitu :
 - a. harga rata-rata
 - b. Simpang baku
 - c. Koefisien Kemencangan

Jika koefisien kemencangan sama dengan nol, distribusi kembali ke normal. (Permai et al., 2022) Berikut ini langkah-langkah penggunaan distribusi Log-person III yaitu :

- Ubah data kedalam bentuk logaritmis, dengan rumus :

$$X = \log X$$

Dengan :

$$X = \text{nilai}$$

$$\log X = \text{nilai logaritmis}$$

- Hitung harga rata-rata dengan rumus :

$$R = \frac{1}{n} (\sum \log X)$$

Dengan :

R = Harga rata-rata

N = jumlah data

Log X = nilai logaritmis dari jumlah data

- Hitung simpangan baku dengan rumus :

$$S = \frac{1}{N-1} (\sum (\log X_i - \log X_r)^2)^{0,5}$$

Dengan

S = Simpanan baku

X_r = Rata-rata data

Log X_i = nilai logaritmis dari jumlah data

N = jumlah data

- Hitung logaritma huan atau banjir dengan periode ulang tertentu dengan rumus :

$$\text{Log } X_T = \text{Log } X_r + K_T S$$

Dengan :

X_T = curah hujan periode tertentu

K_T = Nilai K untuk Log Person III

X_r = rata-rata data

S = Simpangan baku

iv. Distribusi Gumbel

Gumbel merupakan harga ekstrim untuk menunjukkan bahwa dalam

derat harga ekstrim $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ mempunyai fungsi distribusi eksponensial ganda. Dicari curah hujan dengan periode ulang tertentu dengan rumus sebagai berikut :

$$X_{Tr} = \frac{Y_{Tr} - Y_n}{S_n} S$$

Dengan :

X_{Tr} = curah hujan periode tertentu

S_n = *reduced standard deviation*

X_r = rata-rata data

S = simpangan baku

Y_{Tr} = reduced variate

n = jumlah data

Y_n = *reduced mean* (Fairizi, 2015a)

Dalam statistik dikenal beberapa parameter yang berkaitan dengan analisis data yang meliputi rata-rata, simpangan baku, koefisien variasi, dan koefisien *skewness* (kecondongan atau kemencengan).

d. Analisis Intensitas Hujan

Intensitas hujan adalah tinggi atau kedalaman air hujan per satuan waktu. Sifat umum hujan adalah makin singkat hujan berlangsung intensitasnya cenderung makin tinggi dan makin besar periode ulangnya makin tinggi pula intensitasnya. Hubungan antara intensitas, lama hujan, dan frekuensi hujan biasanya dinyatakan dalam lengkung

Intensitas-Durasi- Frekuensi (IDF=Intensity-Duration-Frequency Curve). Diperlukan data hujan jangka pendek, misalnya 5 menit, 10 menit, 30 menit, dan jam- jaman untuk membentuk lengkung IDF (Suripin, 2004)(Fairizi, 2015b)

Intesitas curah hujan berguna dalam penentuan debit banjir dan run off. Menghitung intesitas curah hujan disini menggunakan metode adalah:

$$XT = X + \frac{S_x}{S_n} (Y_t - Y_n)$$

$$I = \frac{90\% \times XT}{4} \text{ mm/jam}$$

Keterangan :

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

XT = Besarnya curah hujan untuk periode ulang T tahun (mm)

Sx = Standar deviasi hujan rata-rata

Sn = Standar deviasi merupakan fungsi dari n tahun

Yt = Variasi yang merupakan fungsi dari periode ulang

Yn = Nilai yang tergantung dari n tahun

9. Klasifikasi Aliran

Aliran permukaan dapat di klasifikasikan menjadi beberapa tipe tergantung kriteria apa yang akan digunakan. Berdasarkan adanya perubahan kedalaman atau kecepatan aliran yang mengikuti fungsi waktu, maka aliran dibedakan

menjadi 2 yaitu aliran permanen (*steady*) dan tidak permanen (*unsteady*) sedangkan berdasarkan sifatnya aliran menjadi aliran turbulen dan laminar.

a. Aliran permanen dan tidak permanen

Saat kecepatan aliran pada suatu titik tidak berubah pada waktu, maka bisa disebut aliran permanen atau luncur (*steady flow*), sedangkan saat kecepatan pada suatu titik berubah pada waktu tertentu, maka bisa disebut aliran tidak permanen (*unsteady flow*). Dalam hal tertentu sewaktu waktu aliran bisa berubah secara fungsinya dengan berpedoman pada koordinat pada referensi yang bergerak.

b. Aliran Laminar dan Turbulen

Saat partikel zat cair mengikuti alur dan aliran tampak seperti gerakan serat-serat atau lapisan-lapisan tipis, bisa disebut aliran laminar. Sedangkan saat zat cair mengikuti alur yang tak beraturan, baik secara ruang ataupun waktu, maka bisa disebut aliran turbulen. Saluran terbuka dan tertutup memiliki bilangan *reynold* yang berbeda. Saluran terbuka mempunyai bilangan *reynold* (N_{re}) untuk aliran kurang dari sama dengan 500, sedangkan bilangan *reynold* untuk aliran turbulen lebih dari sama dengan 1 000. . Saluran tertutup mempunyai bilangan *reynold* (N_{re}) untuk aliran kurang dari sama dengan 2000, sedangkan bilangan *reynold* untuk aliran turbulen lebih dari sama dengan 4 000. Faktor keadaan aliran adalah pengaruh relatif gaya kekentalan dan gaya inersia.

Saat gaya kekentalan yang mendominasi maka alirannya laminar, sedangkan gaya inersia yang dominan maka aliran turbulen.

c. Aliran sub-kritis, kritis dan super-kritis

Aliran bisa dikatakan kritis apabila kecepatan aliran sama dengan kecepatan gelombang kecil dengan amplitudo kecil. Gelombang grafitasi bisa dibangkitkan dengan cara merubah kedalaman. Jika kecepatan aliran lebih kecil dari kecepatan kritis maka bisa disebut aliran sub-kritis, dan pada aliran lebih besar dari kecepatan kritis dari kecepatan kritis maka aliran disebut super-kritis. Parameter yang menentukan ketiganya adalah perbandingan gaya gaya inersia dan grafitasi yang disebut bilangan Fronde :

$$F = \frac{v}{\sqrt{g l}}$$

$l = h$ aliran terbuka

$l = D$ aliran Tertutup

Aliran dikatakan Kritis jika :

$F = 1,0$ disebut aliran kritis

$F <$ disebut aliran sub-kritis

$F >$ disebut aliran super kritis.

10. Sistem Pengaliran Air

a. Saluran Terbuka (*free surface flow*)

Saluran yang digunakan untuk drainase air hujan yang terletak di daerah yang mempunyai luasan yang cukup, ataupun untuk drainase air non-hujan yang tidak membahayakan kesehatan atau mengganggu lingkungan. (Permai et al., 2022)

$$h_1 + \frac{p_1}{\rho g} + \frac{V_1^2}{2g} = h_2 + \frac{p_2}{\rho g} + \frac{V_2^2}{2g}$$

Dimana :

h = ketinggian

p = tekanan hidrostatik

ρ = rapat massa air

V = kecepatan aliran

g = gaya gravitasi

b. Saluran Tertutup

Saluran tertutup pada umumnya sering di pakai untuk aliran air kotor (air yang mengganggu kesehatan atau lingkungan) atau untuk saluran yang terletak di tengah kota. Saluran tertutup bisa terjadi aliran bebas maupun tertekan pada saat yang berbeda. Persamaan bernoulli untuk aliran tertutup dalam saluran yaitu :

$$h_1 + \frac{V_1^2}{2g} = h_2 + \frac{V_2^2}{2g}$$

h = ketinggian

V = kecepatan aliran

g = gaya grafitasi

11. Bentuk Penampang Saluran

Saluran drainase tidak jauh berbeda dengan saluran air pada umumnya. Saat perencanaan dimensi harus diupayakan dapat dimensi yang efektif dan ekonomis. Efektifitas penggunaan dari berbagai bentuk saluran drainase yang dikaitkan dengan fungsi saluran adalah sebagai berikut :

a. Bentuk Trapesium

Saluran ini biasanya saluran dari tanah, tapi bisa juga terbuat dari pasangan. Salura berbentuk trapesium membutuhkan ruang yang cukup dan fungsi untuk pengaliran.(Permai et al., 2022)

Luas penampang basah trapesium :

$$A = (B + zh)h$$

Keliling basah trapesium

$$P = B + 2h \sqrt{1 + Z^2}$$

Jari-jari hidrolis trapesium

$$R = \frac{(B+zh)h}{B+2h\sqrt{1+Z^2}}$$

b. Bentuk Persegi panjang

Saluran ini tidak banyak membutuhkan ruang, saluran berbentuk peregi panjang harus dari pasangan maupun dari pasangan beton. Bentuk ini juga berfungsi sebagai saluran pengaliran.

Luas penampang basah persegi panjang

$$A = Bh$$

Kelling asah persegi panjang

$$P = B + 2h$$

Jari-jari hidrolis persegi panjang

$$R = \frac{Bh}{B+2h}$$

Tinggi Saluran Drainase

$$\frac{1}{3} \times h$$

c. Bentuk lingkaran

Saluran drainase bentuk lingkaran ini biasanya dari pasangan dan pipa beton, dengan bentuk bulat memudahkan pengangkutan bahan endapan.

Bentuk ini juga berfugsi sebagai saluran pengaliran.

Luas penampang basah aliran

$$A = \frac{1}{2} (\theta - \sin \theta) d_0^2$$

Keliling basah lingkaran

$$P = \frac{1}{2} \theta d_0^2$$

Jari-jari hidrolis lingkaran

$$R = \frac{1}{4} \left(1 - \frac{\sin \theta}{\theta} \right) d_0$$

d. Bentuk Parabola

Saluran drainase bentuk lingkaran ini biasanya dari pasangan dan pipa beton, dengan bentuk bulat memudahkan pengangkutan bahan endapan.

Bentuk ini juga berfungsi sebagai saluran air hujan, air rumah tangga, maupun irigasi.

Luas penampang basah parabola

$$A = \frac{1}{2} TH$$

Keliling basah parabola

$$P = T + \frac{8h^2}{3T}$$

Jari-jari hidrolis parabola

$$R = \frac{2T^2}{3T^2 + 8h^2}$$

12. Kapasitas Saluran

Perhitungan hidrolika pada drainase dikategorikan aliran permanen seragam (*steady uniform flow*). Aliran seragam adalah aliran yang mempunyai kecepatan konstan terhadap jarak, garis aliran lurus dan sejajar, dan distribusi tekanan adalah hidrostatis. Aliran permanen berarti pula bahwa kecepatan adalah konstan terhadap waktu, dengan kata lain percepatan sama dengan nol. Aliran permanen seragam dapat dihitung dengan menggunakan persamaan Manning. Berikut ini adalah persamaan yang digunakan oleh Manning (Sosrodarsono, 1977): (Sudjatmiko, 2017)

$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$

$$Q = V * A$$

dengan :

Q = debit (m^3/dt)

V = kecepatan aliran (m/dt)

A = luas penampang basah (m^2)

n = koefisien kekasaran Manning

R = jari-jari hidrolis (m)

S = kemiringan dasar saluran

13. Debit Hujan

Metode yang digunakan untuk menghitung debit air hujan pada saluran-saluran drainase dalam studi ini adalah metode Rasional (Suripin, 2003 : 79). Rumus ini banyak digunakan untuk sungai-sungai biasa dengan pengaliran yang luas dan juga untuk perencanaan drainase daerah pengaliran yang sempit. Bentuk umum persamaan metode Rasional adalah sebagai berikut : (Jannah et al., 2021)

$$Q = 0.278 \cdot C.I.A$$

dengan :

Q = debit banjir maksimum (m^3/ dt)

C = koefisien pengaliran ($0 \leq C \leq 1$)s

I = intensitas hujan rerata selama waktu tiba banjir (mm/ jam)

A = luas daerah pengaliran (Km^2)(Fairizi, 2015b)

14. Debit

a. Debit Rencana

Menentukan debit saluran bisa menggunakan rumus persamaan kontinuitas dan rumus Manning. Rumus ini bentuknya sederhana tetapi memberikan hasil yang baik.(Permai et al., 2022)

$$Q = A \cdot V = A \cdot \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}}$$

Dimana :

Q = debit saluran

V = kecepatan aliran

n = angka kekasaran saluran

S = kemiringan dasar saluran

A = luas penampang saluran

b. Debit Limpasan (*Run off*)

Dalam perencanaan drainase, air hujan yang menjadi perhatian ialah aliran permukaan (*surface run off*), sedangkan untuk pengendalian banjir buhan hanya aliran permukaan, tetapi limpasan. Limpasan adalah gabungan antasa aliran permukaan, aliran yang tertunda pada cekungan dan aliran bawah permukaan.

Perhitungan debit rencana berdasarkan periode ulang hujan tahunan 2,5,10 tahunan. Dalam merencanakan saluran drainase memakai standar yang telah ditetapkan baik debit rencana (periode ulang) dan analisis yang dipakai, tinggi jagaan, struktur saluran. Tabel berikut standar desain saluran drainase.(Permai et al., 2022)

Tabel 2.1 standar desain saluran drainase

Luas Das (Ha)	Periode Ulang (Tahunan)	Metode perhitungan debit banjir
< 10	2	Rasional
10 - 100	2 - 5	Rasional
101 - 500	5 - 20	Rasional
< 500	10 - 25	Hidrograf Satuan

Menghitung besarnya debit rancangan drainase umumnya menggunakan metode rasional. Hal ini dikarenakan daerah aliran tidak cukup luas, kehilangan air dalam waktu relatif pendek. Model ini tidak dapat berhubungan curah hujan dan aliran permukaan dalam bentuk hidrograf. Kapasitas pengaliran dapat dihitung dengan metode rasional.

$$Q = 0,002778 C I A$$

Dimana :

Q = debit puncak

C = koefisien aliran permukaan

I = intensitas hujan

A = luas DAS

B. Tinjauan Pustaka

1. Dimitri Fairizi (2015) melakukan Analisis dan evaluasi saluran drainase pada kawasan Perumnas kelapa di subdas lambidaro kota Palembang. Hasil dari penelitian itu adalah Dari hasil analisis yang dilakukan terdapat 24

saluran yang sudah tidak mampu mengalirkan debit air yang disebabkan oleh intensitas hujan. Dari hasil analisis tersebut dilakukan evaluasi dimensi saluran drainase yang sudah ada dengan dua cara yaitu dengan menggunakan metode Rasional dan Trial and Error dengan program EPA SWMM. Dengan evaluasi dengan menggunakan metode rasional dan Trial and Error dengan program EPA SWMM dapat disimpulkan bahwa evaluasi menggunakan Trial and Error dengan program EPA SWMM akan menghasilkan dimensi saluran yang lebih kecil daripada metode rasional sehingga akan lebih efisien apabila akan dilakukan perbaikan jaringan drainase pada kawasan Perumnas Talang Kelapa.

2. Heri Suryaman (2013) melakukan studi Evaluasi siste drainase Kecamatan Ponorogo Kabupaten Ponorogo. Dengan hasil analisisnya Lokasi genangan sementara di beberapa titik wilayah Kota Ponorogo yang disebabkan kapasitas saluran tidak mampu dalam menampung debit rancangan yang ada. Primer Kali Kategan ruas P29-P40 dengan kapasitas saluran sebesar 22,9974538 m³/det, debit rancangan yang ada sebesar 23,5890426 m³/det, sedangkan berdasarkan pengamatan lapangan diperoleh debit 23,2974239 m³/det. Penyempitan dimensi saluran pada ruas ini menyebabkan kapasitas saluran tidak mampu menampung debit yang ada dan menyebabkan efek back water.. Primer Kali Mungkungan ruas P16-P21 dengan kapasitas saluran sebesar 4,0992344 m³/det, debit rancangan yang ada sebesar 5,0005503 m³/det, sedangkan berdasarkan pengamatan lapangan

diperoleh debit 4,7272755 m³/det. Penyempitan dimensi saluran pada ruas ini menyebabkan kapasitas saluran tidak mampu menampung debit yang ada dan menyebabkan efek back water.

3. Miftahul Jannah, Virgo Trisep Haris, Muthia Anggraini (2021) dengan analisisnya Perencanaan ulang saluran drainase jalan harapan Kecamatan rumbai pesisir kota Pekanbaru. Hasil penelitian itu adalah Setelah dilakukan perhitungan dimensi saluran, dimensi saluran efektif yang di dapat adalah tinggi 1,2 m x lebar 1,2 m. Berdasarkan debit yang di dapat pada saat perhitungan debit rencana saluran, tinggi jagaan saluran yang di dapat adalah 0,25 m, sehingga dimensi saluran menjadi 1,45 m x 1,2 m.
4. Henny Sudjatmiko, M. Bisri, Emma Yuliani (2016) dengan Studi evaluasi & perbaikan sistem drainase di polder jati pinggir kanal banjir barat DKI Jakarta. Dengan hasil studinya Pada beberapa ruas saluran drainase memiliki kapasitas eksisting di bawah kapasitas rencana. Beberapa lokasi yang terdapat permasalahan tersebut adalah: a) Jalan Petamburan 1; b) Jalan Penjernihan; c) Jalan Pejompongan. Alternatif penanganan yang dapat dilakukan adalah kombinasi antara normalisasi saluran dengan peningkatan kapasitas pompa di Jalan Jati Petamburan utara pompa Jati Pinggir II dengan penambahan 1 buah pompa jenis Grundfos Submersible Pump kapasitas 1000 m³/jam.
5. Vastuwidya (2021) dengan analisis studi permasalahan titik banjir pada drainase sekunder di kecamatan blahbatuh, kabupaten ganyar, provinsi

bali. Dengan hasil studinya didapatkan data dan informasi titik banjir yang berada di Kecamatan Blahbatuh pada titik Jl. Pantai Saba, Jl. Gunung Catur, Jl. Raya Tojan, Jl. Raya Bona, Jl. Raya Belega dan Jl. Udayana. Secara umum, permasalahan titik banjir tersebut berupa kondisi saluran yang kurang terawat seperti banyaknya rerumputan liar pada saluran, terdapat sampah pada saluran, terdapat endapan atau sedimentasi pada saluran, belum adanya pasangan pada dinding saluran untuk mencegah kelongsoran dinding serta tidak terdapat drain inlet pada beberapa saluran di Kecamatan Blahbatuh.

6. Vicky Yoga Arisma, Erni Mulyandari, Teguh Yuono (2022) dengan Analisisnya Evaluasi Dan Perencanaan Sistem Drainase Perkotaan Studi Kasus Jalan Kapten Mulyadi Kabupaten Karanganyar. Dengan hasil pembahasannya Pada saluran eksisting, diperoleh besarnya debit saluran adalah $0,0443 \text{ m}^3 / \text{det}$ yang mana lebih kecil dari debit banjir rencana 25 tahunan ($0,1237 \text{ m}^3 / \text{det}$). Hal tersebut berarti bahwa kapasitas saluran eksisting tidak dapat menampung debit banjir yang ada. Berdasarkan hasil perhitungan dimensi saluran yang baru, diperoleh dimensi saluran yang sesuai dengan debit banjir kala ulang 25 tahun adalah nilai tinggi muka air dari dasar saluran (y) = 0,25 m; lebar saluran (b) = 0,50 m; dan tinggi saluran (H) = 0,45 m.

7. Ridwan Mustofa, Fara, Faradlillah Saves, Hudhiyantoro (2022) dengan studi analisisnya yang berjudul Evaluasi Sistem Drainase Kawasan Perumahankepuh Permai Kec. Waru Kab. Sidoarjo. Dengan hasil Jadi besarnya kapasitas tampung saluran drainase perumahan Kepuh Permai saluran 1 = 0,046 m³ /detik, saluran 2 = 0,05 m³ /detik, saluran 3 = 0,05 m³ /detik, saluran 4 = 0,044 m³ /detik, saluran 5 = 0,11 m³ /detik. Setelah dilakukan penelitian dan Analisa pada saluran perum Kepuh Permai didapatkan hasil saluran eksisting dengan bentuk persegi tidak mampu menampung curah hujan (banjir) maka diperlukan redesign penampang saluran dan kedalaman. Sehingga dihasilkan dimensi yang dapat menampung debit banjir yang ada pada saluran 1-4 sebesar 1x1x1 m dan saluran 5 0,8x0,8x1.
8. Nilam Ismi Ibrahim, P.Th Berhиту, Ferad Puturuhu (2022) dengan studi analisisnya Evaluasi Sistem Drainase Dalam Upaya Penanggulangan Banjir Di Kelurahan Honipopu Kota Ambon. Dengan hasil Kondisi Drainase di Kelurahan Honipopu yaitu buruk disebabkan oleh sedimentasi dan buangan air limbah yang sangat tinggi sehingga menyebabkan drainase mengalami kedangkalan dan juga sistem drainase yang tidak memadai. Dengan kondisi yang beragam. Waktu Genangan yang teradapat pada lokasi penelitian sesuai dengan data berada pada 10 – 140 menit. Hasil penilaian kondisi sistem drainase maka arahan sistem drainase dalam upaya menanggulangi banjir di kelurahan Honipopu yaitu dengan strategi rehabilitasi dan

normalisasi drainase dimana perencanaan pembangunan jaringan drainase pada lokasi penelitian dilakukan sesuai kondisi eksisting yaitu dibuat dengan berkonstruksi beton atau pengerasan secara keseluruhan dan strategi sinergitas masyarakat dan pemerintah, dimana masyarakat mendorong pemerintah dalam memperbaiki rencana sistem drainase yang lebih baik untuk menanggulangi kemungkinan banjir dan partisipasi masyarakat untuk mengembangkan program pemberdayaan masyarakat dalam mengontrol terhadap lingkungan khususnya untuk drainase lingkungan.

9. Arisda Maryama Santikanuri, Nanang Saiful Rizal, Adhitya Surya Manggala (2023) dengan studi analisisnya Kajian Evaluasi Sistem Drainase Perkotaan (Studi Kasus : Dusun Krajan, Kelurahan Ambulu, Kecamatan Ambulu, Kabupaten Jember). Dengan hasil Kawasan drainase perkotaan Kecamatan Ambulu, Kabupaten Jember merupakan daerah padat penduduk. Dan kondisi kontur di daerah yang tergenang air posisinya lebih rendah sehingga air lebih mudah menggenang. Ukuran eksisting untuk saluran 3 penampang persegi untuk lebar adalah 0,25 m dan tinggi adalah 0,30 m, saluran 45 penampang persegi untuk lebar adalah 0,20 m dan tinggi adalah 0,30 m. Ukuran eksisting untuk saluran 1 penampang Trapesium untuk lebar adalah 1,0 m dan tinggi adalah 0,90 m, saluran 47 penampang persegi untuk lebar adalah 1,5 m dan tinggi adalah 0,60 m. Untuk nilai kinerja sistem drainase didapatkan kinerja sistem drainase Jl. A Yani, Kecamatan Ambulu, Kabupaten Jember yang sesuai dengan kondisi di

lapangan yang sudah mempunyai kriteria kinerja penilaian. Dari kondisi dilapangan saluran drainase dan perhitungan kriteria presentase di peroleh nilai 23.3%, maka kinerja sistem drainase Jl. A Yani, Kecamatan Ambulu, Kabupaten Jember termasuk di kriteria cukup dengan keterangan yaitu saluran bisa menampung debit banjir tetapi Sebagian saja yang bisa menampung debit karena permasalahan dimensi saluran , sampah , vegetasi, serta mengalami kerusakan skala yang kecil. Dari total 43 saluran hanya 10 saluran yang mampu menampung debit air. Setelah kinerja sistem drainase Jl. A Yani, Kecamatan Ambulu, Kabupaten Jember telah di desain ulang atau perhitungan dimensi baru mempunyai kriteria kinerja dengan memperoleh nilai 100%, maka kinerja sistem drainase Jl. A Yani, Kecamatan Ambulu, Kabupaten Jember termasuk di kriteria sangat baik dengan keterangan yaitu saluran bisa menampung debit dan tidak ada permasalahan seperti sampah, dimensi saluran, vegetasi.

10. Muhamad Arifin (2018) dengan studi analisisnya Evaluasi kinerja sistem drainase perkotan di wilayah purwokerto. Dengan hasil Sesuai dengan hasil inventarisasi penelusuran kondisi fisik jaringan drainase primer dan sekunder kota purwokerto yang meliputi Kali Bakal, Kali Putih, Kali Mati/Berkoh, Kali Biru, Kali beser, Kali Deeng, Kali Putat, Kali Raden, Kali Caban, Kali Pengarengan, Kali Wadas, Kali Bodas, Kali Bogor, Kali Kenes, Kali Jengok, hampir secara keseluruhan kondisinya kurang optimal akibat sedimentasi. Dari hasil perhitungan analisis hidrologi dan kapasitas tampang

saluran di 5 lokasi Saluran Drainase Sub Makro diperoleh hasil bahwa kapasitas saluran tidak memenuhi akibat dari sedimentasi. Sedangkan untuk saluran drainase mikro kapasitas saluran sudah tidak memenuhi untuk saluran Dr. Angka 3, Saluran Gatotsubroto 3, dan saluran Gatotsubroto 4. Upaya penanganan permasalahan genangan dapat dilakukan dengan penanganan secara fisik dan penanganan secara nonfisik.

11. Teguh Haris Santoso, Nadya Shafira Salsabila, Isradias Mirajhusnita, Weimintoro, Okky Hendra Hermawan dan M.Yusuf (2023) pada penelitiannya yang berjudul “ Penanganan Banjir Di Lingkungan Universitas Pancasakti Tegal Dengan Menggunakan Sistem Drainase U-Ditch Dan Box Culvert ”. dengan hasil dapat mengetahui terjadinya banjir di lingkungan universitas pancasakti tegal dengan menggunakan metode perencanaan dan mengidentifikasi masalah penyebab terjadinya banjir dengan menghitung kekuatan struktural dari saluran drainase yang tidak direncanakan dan dalam perhitungan kapasitas saluran tidak menghitung sedimen yang ada disaluran hanya merencanakan dimensi saluran drainase di lingkungan Universitas Pancasakti Tegal.

BAB III

METODOLOGI PERENCANAAN

A. Metodologi Penelitian

Dalam penelitian ini dilakukan dengan metode deskriptif, yaitu metode yang menjelaskan kondisi yang sebenarnya di lapangan (objektif) pada suatu keadaan yang menjadi objek studi. Melihat kondisi di lokasi penelitian menjadi salah satu cara menentukan metode yang akan digunakan untuk menghitung curah hujan rata-rata daerah.

Perencanaan pelaksanaan dimulai dengan survey terhadap saluran eksisting, jika terdapat tidak ada jaringan saluran di lokasi perencanaan maka dilakukan penataan ulang jaringan drainase yang baru. Sedangkan terdapat saluran eksisting lokasi penelitian langkah berikutnya adalah pengecekan di lapangan dalam hal ini melihat masalah banjir yang terjadi di lokasi penelitian. Masalah banjir yang ada diharapkan dapat teratasi dengan melakukan sistem penataan ulang dan perubahan sistem saluran.

B. Waktu Dan Tempat Penelitian

1. Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan pada periode Maret 2023 – Januari 2024

Tabel 3.1 Waktu Pelaksanaan

NO	Nama Kegiatan	Bulan											
		Mar	Apr	Mei	Juni	Juli	Ags	Sep	Okt	Nov	Des	Jan	
1	Observasi Lapangan												
2	Studi Literasi												
3	Penyusunan Proposal												
4	Seminar Proposal												
5	Persiapan Penelitian												
6	Pelaksanaan Penelitian												
7	Pengambilan Data												
8	Pengolahan Data												
9	Penyusunan Skripsi												
10	Ujian Skripsi												

2. Lokasi penelitian bertempat di Kelurahan Sumurpanggang, RW 01 lebih tepatnya pada RT 02 dan RT 03. Luas lokasi penelitian 21,7 m² .Lokasi penelitian tepatnya pada koordinat 6.873639 ls dan 109.111825 lt. Dimana tempatnya dibelakang SMA NU Kota Tegal dan di seberang selatan wahana waterpark kota tegal. Penelitian ini dimulai dengan survey kondisi didaerah yang dibuat penelitian, dari mulai pengumpulan data-data, analisa hidrologi dan analisa sistem pengaliran.



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian
Sumber : google earth

C. Variabel Penelitian

Variabel penelitian adalah semua yang berbentuk apa saja diterapkan peneliti dan dipelajari sehingga didapatkan informasi dari hal tersebut. Setelah itu dapat disimpulkan bahwa fenomena yang diamati dalam penelitian yaitu mengetahui tentang kondisi drainase yang terjadi dan fokus penelitian yang diamati di RT 02 dan RT 03 Kelurahan Sumurpanggung sebagai berikut :

1. Kondisi drainase existing yang ada dilapangan apakah sudah sesuai dengan kriteria dengan standart atau tidak.
2. Kondisi drainase yang dinilai rusak parah atau belum ada saluran drainase berdampak banjir.
3. Kondisi drainase yang terjadi tingginya endapan dalam saluran akan berdampak terhadap pendangkalan atau penyempitan saluran.

D. Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data-data yang mendukung dalam penelitian ini, yaitu :

1. Survey Lapangan

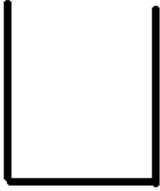
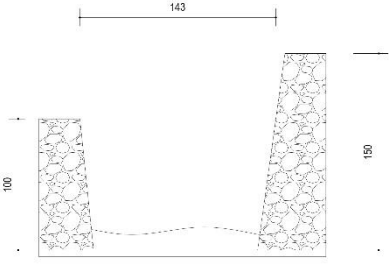
Peninjauan langsung ke lapangan dengan tujuan mengetahui kondisi terkini dilokasi penelitian.



Gambar 3.2 denah eksisting saluran drainase

(sumber : pribadi)

Tabel 3.2 Kondisi Saluran Drainase

Gambar Penampang Saluran	Keterangan
	<ul style="list-style-type: none"> - Saluran menggunakan U-ditch dengan ukuran 40x40x120 - Keadaan saluran baik
	<ul style="list-style-type: none"> - Sedimentasi tebal. - Keadaan saluran sudah rusak.

2. Pengumpulan Data Primer

Data primer didapatkan langsung dilapangan, data tersebut antara lain adalah :

- a. Melakukan pendataan langsung lokasi koordinat stasiun curah hujan yang berpengaruh pada daerah penelitian.
- b. Mengetahui kondisi sistem drainase yang ada di lokasi penelitian.
- c. Mengetahui kondisi badan air penerima baik sungai, danau maupun laut.

3. Pengumpulan data sekunder

Pengumpulan data sekunder didapatkan dari instansi setempat yang berkenaan langsung dengan tugas akhir seperti :

- a. Data curah hujan yang didapat dari Badan Meterologi dan Klimatologi Geofisika (BMKG) Kota Tegal.
- b. Peta Tanah,Peta Jaringan Drainase dan Irigasi, Peta Geologi.
- c. Data penduduk kelurahan Sumurpanggang Kota Tegal.

E. Metode Analisis Data

Analisis menggunakan dengan dua data pada penelitian ini yaitu : dari data primer dan sekunder melalui tahapan analisis hidrlogi serta analisis hidrolika, sebagai berikut :

1. Analisis Primer

Analisis primer mencakup data-data antara lain :

- a. Analisis permasalahan drainase.

- b. Analisis saluran drainase.
 - c. Analisis fungsi dan keadaan drainase.
2. Analisis sekunder

Analisis sekunder mencakup data-data antara lain :

- a. Analisis data curah hujan.

F. Tahapan Analisis

Analisis data bertujuan untuk mengendalikan data supaya lebih fleksibel dan sesuai dengan rumusan masalah. Adapun tahapan analisis data pada penelitian antara lain :

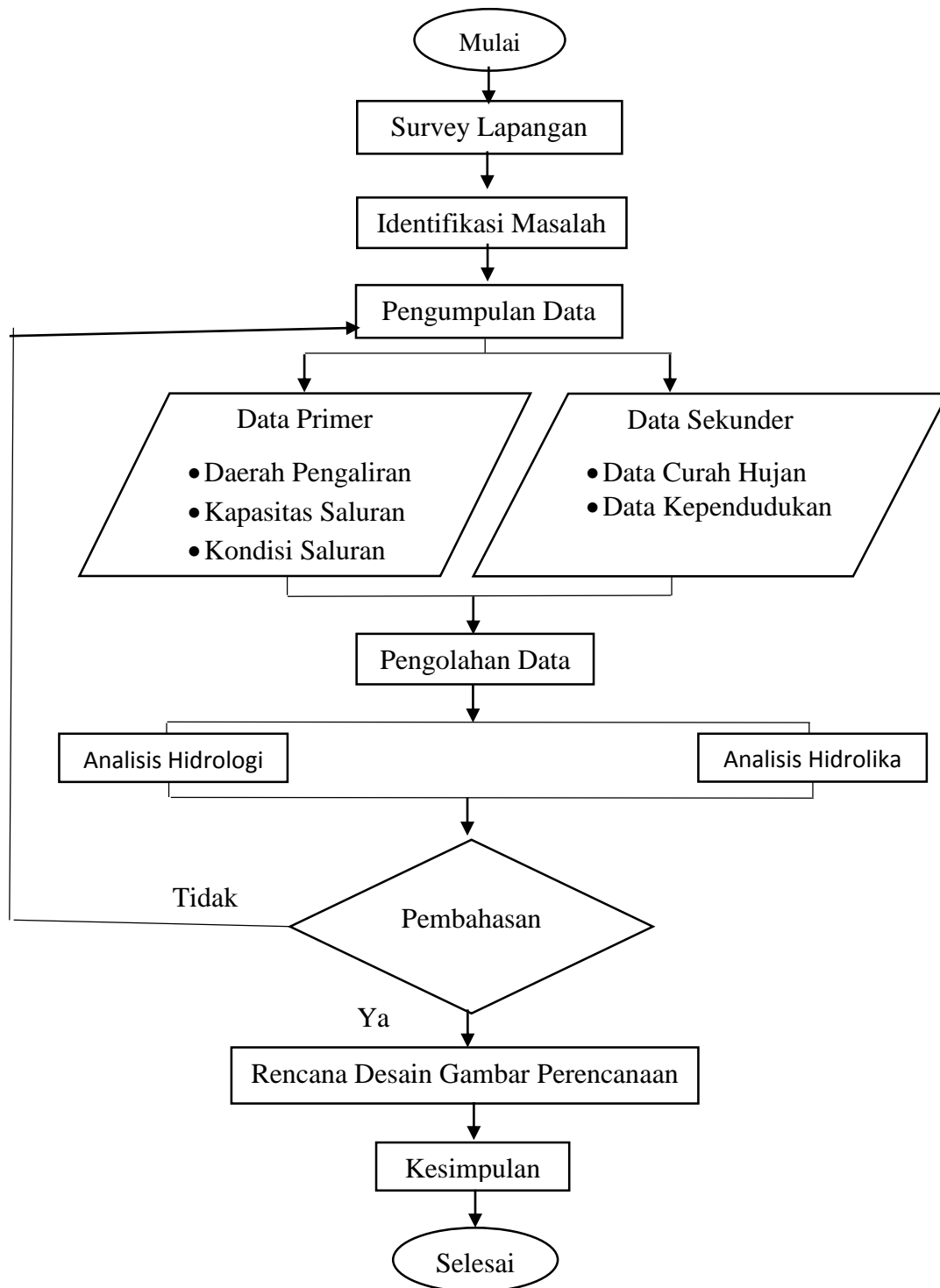
1. Analisis Hidrologi

Analisis hidrolgi adalah analisis yang isinya tentang aspek-aspek hidrologi dalam sebuah perencanaan drainase meliputi :

- a. Analisis curah hujan rencana.
- b. Analisis curah hujan maksimum harian rata-rata.
- c. Analisis pengujian data curah hujan.
 - 1) Uji konsistensi.
 - 2) Analisis frekuensi dan probabilitas :
 - 1. Log person III.
 - 2. Uji kecocokan chi-kuadrat.
- d. Analisis intensitas curah hujan.
- e. Analisis tata guna lahan.
- f. Analisis kondisi lapangan pada lokasi penelitian.

1. Kondisi existing drainase.
 2. Evaluasi kondisi drainase.
2. Analisis Hidrolika
 - a. Menghitung debit banjir.
 - b. Menghitung penampang saluran yang direncanakan.

G. Diagram Alur Penelitian



Gambar 3.7 Diagram Alur Penelitian